









# METHOD OF HIGH SELECTIVITY SAC ETCHING

**Publication number:** WO0186701  
**Publication date:** 2001-11-15  
**Inventor:** TSUCHIYA KAZUO (US)  
**Applicant:** TOKYO ELECTRON LTD (JP); TSUCHIYA KAZUO (US)  
**Classification:**  
 - international: **H01L21/311; H01L21/60; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/00**  
 - european: **H01L21/311B2B; H01L21/60B**  
**Application number:** WO2001JP03897 20010510  
**Priority number(s):** US20000569882 20000512

## Also published as:

 WO0186701 (A3)  
 US2005263487 (A1)  
 EP1281193 (A0)

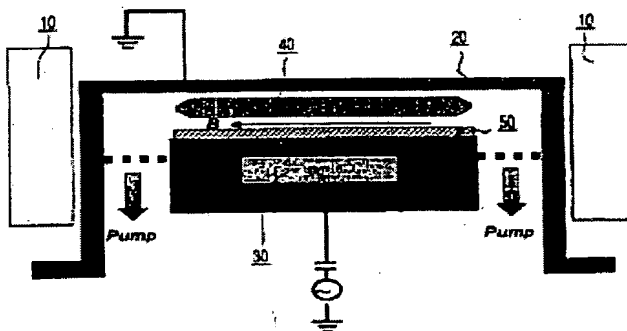
## Cited documents:

 US6159862  
 WO9934419  
 EP0726596  
 DE19929239  
 JP2000036491  
 more >>

Report a data error here

## Abstract of WO0186701

A method for SAC etching is provided involving a) etching a Si wafer having a nitride present thereon with a first etching gas containing a first perfluorocarbon and carbon monoxide, and b) etching the resultant Si wafer having an initially etched nitride photoresist thereon with a second etching gas containing a second perfluorocarbon in the substantial absence of carbon monoxide, wherein the etching steps a) and b) are performed at high RF power and low pressure compared to conventional processes to provide higher selectivity etching and a larger process window for SAC etching, as well as the ability to perform SAC etching and island contact etching under the same conditions with high verticality of the island contact and SAC walls.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2003-533042

(P2003-533042A)

(43) 公表日 平成15年11月5日 (2003.11.5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

1 0 5 A 5 F 0 0 4

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2001-582823(P2001-582823)  
 (86) (22) 出願日 平成13年5月10日 (2001.5.10)  
 (85) 翻訳文提出日 平成14年11月7日 (2002.11.7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/J P 0 1 / 0 3 8 9 7  
 (87) 国際公開番号 W O 0 1 / 0 8 6 7 0 1  
 (87) 国際公開日 平成13年11月15日 (2001.11.15)  
 (31) 優先権主張番号 0 9 / 5 6 9 , 8 8 2  
 (32) 優先日 平成12年5月12日 (2000.5.12)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), JP, KR, US

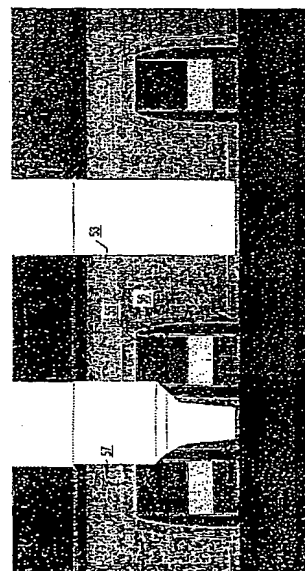
(71) 出願人 東京エレクトロン株式会社  
 東京都港区赤坂五丁目3番6号  
 (72) 発明者 土屋 一雄  
 アメリカ合衆国 97124 オレゴン州 ヒ  
 ルスボロ、エヌ・イー・ドーソン・クリー  
 ク・ドライブ 5350 トウキョウエレクト  
 ロン・オレゴン・インク内  
 (74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)  
 Fターム(参考) 5F004 AA05 BA08 CA01 CA02 CA03  
 CA04 DA00 DA01 DA14 DA23  
 DA25 DA26 DB03 EA04 EA07  
 EA28 EB01 EB03

(54) 【発明の名称】 高選択性のSACのエッチングの方法

(57) 【要約】

【課題】

【解決手段】 SACのエッチングの方法は、a) 上に窒化物が存在したSiウエハを、第1の過フッ化炭化水素と一酸化炭素とを含む第1のエッチングガスで、エッチングすることと、b) 上に最初にエッチングされた窒素ホトレジストを有する前記Siウエハを、一酸化炭素が実質的に存在せず、第2の過フッ化炭化水素を含む第2のエッチングガスで、エッチングすることとを有する。前記工程a) と工程b) とは、島状のコンタクトとSAC壁とを高い垂直性で、同じ状態のもとでSACと島状のコンタクトとのエッチングを果たす能力と同様に、SACのエッチングのための大きい処理ウインドウと高い選択性エッチングとを与えるように、従来の方法と比較して大きいRF電力と低圧でなされる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 a) 上に窒化珪素層が存在した酸化珪素層を有するウエハを、第1の過フッ化炭化水素と一酸化炭素とを含む第1のエッチングガスで、エッチングすることと、

b) 上に最初にエッチングされた窒化珪素を有する前記ウエハを、一酸化炭素が存在せず、第2の過フッ化炭化水素を含む第2のエッチングガスで、エッチングすることとを具備する、SACのエッチングの方法。

【請求項2】 前記工程a) と工程b) とは、各々1500Wよりも大きいプラズマ発生RF電力と、50mTorr以下の圧力とにより行われる請求項1の方法。

【請求項3】 前記工程a) は、少なくとも1700Wのプラズマ発生RF電力と、30mTorr以下の圧力とにより行われる請求項1の方法。

【請求項4】 前記工程b) は、少なくとも1700Wのプラズマ発生RF電力と、30mTorr以下の圧力とにより行われる請求項1の方法。

【請求項5】 前記工程b) は、少なくとも1500Wのプラズマ発生RF電力と、50mTorr以下の圧力とにより行われる請求項3の方法。

【請求項6】 前記工程a) は、少なくとも約6000Å/分のエッチングレートを生じさせるのに十分なプラズマ発生RF電力と圧力とにより行われる請求項1の方法。

【請求項7】 前記第1の過フッ化炭化水素と第2の過フッ化炭化水素とは同じである請求項1の方法。

【請求項8】 前記第1の過フッ化炭化水素と第2の過フッ化炭化水素とは互いに異なる請求項1の方法。

【請求項9】 前記第1の過フッ化炭化水素は、 $C_3F_6$ 、 $C_4F_6$ 、 $C_4F_8$ もしくは $C_5F_8$ である請求項1の方法。

【請求項10】 前記第2の過フッ化炭化水素は、 $C_3F_6$ 、 $C_4F_6$ 、 $C_4F_8$ もしくは $C_5F_8$ である請求項1の方法。

【請求項11】 前記第1の過フッ化炭化水素は、 $C_4F_8$ もしくは $C_5F_8$ である請求項9の方法。

【請求項12】 前記第2の過フッ化炭化水素は、 $C_4F_8$ もしくは $C_5F_8$ である請求項10の方法。

【請求項13】 前記工程a)の前にデイスカムすることをさらに具備し、このデイスカムは、第3の過フッ化炭化水素と、 $O_2$ もしくは $N_2$ とのエッチングガスにより、10秒以下で行われ、また、前記第3の過フッ化炭化水素は、前記第1もしくは第2の過フッ化炭化水素と同じか、異なる、請求項1の方法。

【請求項14】 最後の窒化物のエッチングで窒化物を除去することをさらに具備し、この最後の窒化物のエッチングは、前記工程b)の後に、過度の窒化物を除去しシリコンウエハを約200Åのレベルにまでエッチングするのに十分な時間で行われる、請求項1の方法。

【請求項15】 前記第1のエッチングガスは、前記第1の過フッ化炭化水素と一酸化炭素とを含み、また、さらに不活性ガスと、 $O_2$ と $N_2$ とからなるグループから選ばれたガスとを含む請求項1の方法。

【請求項16】 前記第1のエッチングガスは、20ないし27sccmの第1の過フッ化炭化水素と、50ないし100sccmのCOと、150ないし300sccmの不活性ガスと、7ないし12sccmの $O_2$ との混合物である請求項15の方法。

【請求項17】 前記第1のエッチングガスは、20ないし27sccmの第1の過フッ化炭化水素と、50ないし100sccmのCOと、150ないし300sccmの不活性ガスと、70ないし120sccmの $N_2$ との混合物である請求項15の方法。

【請求項18】 前記第2のエッチングガスは、前記第2の過フッ化炭化水素を含み、また、さらに不活性ガスと、 $O_2$ と $N_2$ とからなるグループから選ばれたガスとを含み、一酸化炭素は実質的に存在していない請求項1の方法。

【請求項19】 前記第2のエッチングガスは、10ないし20sccmの第2の過フッ化炭化水素と、450ないし550sccmの不活性ガスと、5ないし10sccmの $O_2$ との混合物である請求項18の方法。

【請求項20】 前記第2のエッチングガスは、10ないし20sccmの第2の過フッ化炭化水素と、450ないし550sccmの不活性ガスと、50

ないし100 sccmのN<sub>2</sub>との混合物である請求項18の方法。

【請求項21】 前記第1のエッチングガスは、2：1ないし3：1の流量比で前記第1の過フッ化炭化水素と、O<sub>2</sub>とを含む請求項15の方法。

【請求項22】 前記第2のエッチングガスは、2：1ないし3：1の流量比で前記第2の過フッ化炭化水素と、O<sub>2</sub>とを含む請求項18の方法。

【請求項23】 前記ウエハは、前記工程a)、工程b)もしくは両工程を通じて50ないし60℃のボトム温度に維持される請求項1の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、低い処理圧力のもとで高RF電力により発生される高イオンエネルギープラズマの使用により、セルフアラインドコンタクト (self-aligned contact; SAC) のエッチングに高選択性を与えるための方法を提供する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

セルフアラインドコンタクト (SAC) は、ULSI (Ultra Large Scale Integration) での重要な技術の1つである。このSACは、ホトリソグラフィでのアラインメントマージンを緩和することができる。コーナ (肩部) でのSiNに対する選択性は、SACのエッチングでの最も重要な問題点である。

## 【0003】

従って、SACエッチングの長年のプロセス開発において、窒化物に対する高い選択性 (即ち、[酸化物のエッチレート]/[窒化物のエッチレート]の比率) を実現するために、大量の重合化を起こすガス組成に依存してきた。なぜなら、窒化物のコーナはボトムの窒化物よりも長時間プラズマにさらされ、あるいは長時間のオーバーエッチングにさらされるためである。

## 【0004】

このコーナでの高い選択性を達成するために、 $C_4F_8$ のような、高C/F原子比を有するガスが、SACのエッチングで使用されている。代わって、 $CH_3F$ もしくは $CH_2F_2$ の添加が、コーナでの選択性を高めるために報告されている。また、好ましくなく、これらガスを使用した高選択性のSACのエッチングは、特に、ゲート電極間の狭いスリット中での速い重合のために、エッチングが完了していないのに、ホールの途中で停止してしまうエッチング停止現象をとまなう。このスリットの幅は、LSIでの最少のフィチャーサイズの収縮により狭くなるであろう。かくして、スリットの中でエッチング停止が生じないで、コー

ナでの選択性を保つことがこれまでになくより難しくなっている。

#### 【0005】

一方、窒化物のコーナは、露出されながら、ゲート電極間の狭いスリットの中の酸化物が、連続してエッチングされ、酸素が解離されて、窒化物のコーナでのポリマーの形成を低下させる。また、小さい重なった窒化物のコーナに、比較的低い選択性の部分があることが一般的に観察され、最悪の場合には、この現象は電氣的ショートの問題を生じさせることが、知られている。

#### 【0006】

前記エッチングの停止現象は、エッチングパラメータが、狭いプロセスウインドウの所で制御されなければならないときに、特に問題である。これは、エッチングパラメータの非常に精度の良い制御を必要とする。一方、優れかつ強い炭素リッチ重合は、密なパターンと疎なパターンとの間のエッチングプロファイルマイクロローディング、遅いエッチングレート、低いスループット、並びにウエットクリーニング間の平均時間(MTBWC)が短くなることのような、種々の他の問題を度々生じさせる。

#### 【0007】

一般的に、周辺領域上の島状のコンタクトのエッチングもしくはゲートコンタクトエッチング処理を、SACのエッチングから分離することが、本質的であった。これは、優れかつ強い炭素リッチ重合のために同時にもしくは同じ処理でエッチングされるときに、垂直プロファイルを達成し、非常に良いコンタクト抵抗を維持することが非常に難しいからである。

#### 【0008】

SACのエッチングのための1つの従来の方法は、ダイポールリングマグネトロンによる反応性イオンエッチング(DRMRIE)を利用している。このDRMRIEにおいて、プラズマイオン密度は、中程度の密度と考えられ、 $10^{10}$ ないし $10^{11}$  ions/cm<sup>3</sup>である。これは、高選択性を有する非常に安定し、繰り返し可能なプラズマを提供する。しかし、不都合なことに、この一般的な使用は、低いエッチングレートとなる欠点を有し、エッチング処理からコーナを非常にシャープに保つ。一般的なエッチングは、50ないし60mTの圧力と

1300ないし1500WのRF電力とを用いて発生されるプラズマを使用している。

【0009】

さらに、従来のエッチング処理において、比較的高い選択性を達成するための方法は、ボトム温度（エッチングされる層の底での温度）を高くし、かつ電力を低くすることによりなされと考えられている。しかし、不都合にも、これら2つの処置は、上述したエッチング停止を生じさせる傾向にある。

【0010】

以下の表1は、一般的に行われているSACのエッチング処理で生じる種々の問題点の概要を示す。

【0011】

【表1】



プロセス上の問題点	SACエッチングの周りのプロセス統合に対する要求	SACエッチングプロセスに対する要求
(1) Wプラグと配線ライン間の電流リーク	配線ラインのミスアライメントを最少にする	コンタクトホールの中のトップのエッチングCDバイアスを制御する
(2) Si基板に達しない不完全なエッチング	十分なコンタクトスペースを有するようにセルのレイアウトを最適にする	十分に大きいエッチング能力にする
(3) Wプラグとポリゲート間の電氣的短絡	ゲートキャップ/スペースの厚さと材料を最適にする、リソグラフィ処理によりオーバーラップ量をできる限り最適にする	窒化物もしくはSiONに対する高選択性を得るためのCリッチポリマーの発生
(4) 存在するのであれば、島状のコンタクトホールの中の小さいボトムCD	N/A	エッチングガス組成を最適にする
(5) 疎・密領域間におけるエッチングプロファイルのマイクロローディング	N/A	エッチングガス組成を最適にする

## 【0012】

## 【発明が解決しようとする課題】

従って、広い処理ウインドウを用いて高選択性と高エッチングレートとを維持しながら、エッチング停止現象を防ぐSACのエッチングのための処理が必要とされている。

## 【0013】

従って、本発明の目的は、エッチング停止を防ぎながら、高いSiO/SiN選択性を与えるSACのエッチングのための方法を提供することである。

本発明の他の目的は、広い処理ウインドウ内で高エッチングレートと高選択性を与えるSACのエッチングのための方法を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、島状のコンタクトの壁の高い垂直性の島状のコン

タクトエッチングを同時に与えながら、なされ得るSACのエッチングのための方法を提供することである。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のこれら並びに他の目的は、

a) 上に窒化珪素層が存在した酸化珪素層を有するウエハを、第1の過フッ化炭化水素と一酸化炭素とを含む第1のエッチングガスで、エッチングすることと

b) 上に最初にエッチングされた窒化珪素を有する前記ウエハを、一酸化炭素が存在せず、第2の過フッ化炭化水素を含む第2のエッチングガスで、エッチングすることとを具備する、SACのエッチングの方法により、達成される。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の多くの完全な評価と、本発明の多くの達成される効果とは、添付図面を参照した以下の詳細な説明により良く理解できるのと同様に、容易に得られるであろう。

#### 【0016】

本発明を実行するためのベストモード

本発明は、エッチングのための、SACのエッチングでの円滑かつ湾曲された形状に対して高SiN選択性を与える、好ましくはSACと垂直な島状のコンタクトとの両方の準備のための方法に関する。本発明は、低圧のもとでの高RF電力で発生される高エッチングプラズマを使用した2段階のエッチング処理を使用する。

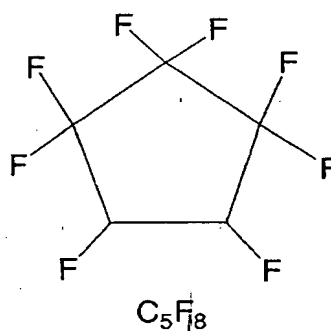
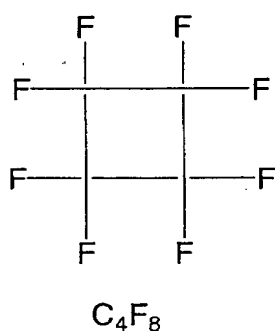
#### 【0017】

本発明の処理の2つの工程は、(1) 過フッ化炭化水素ガスと一酸化炭素ガスとの組合わせを使用する第1の段階と、これに続く(2) 一酸化炭素が存在しないでの過フッ化炭化水素ガスを使用する第2の段階として概略的に開示され得る。これら2つの段階は、同じRF電力と圧力によるか、異なるRF電力と圧力により行われ得る。

## 【0018】

過フッ化炭化水素（PFC）ガスとして、エッチングのために使用されている如何なる一般的な過フッ化炭化水素ガスが使用され得る。好ましくは、PFCは、実験式 $C_3F_6$ 、 $C_4F_6$ 、 $C_4F_8$ もしくは $C_5F_8$ を有するPFC、より好ましくは以下の実験式並びに構造を有するPFCであり、

## 【化1】



最も好ましくは $c-C_4F_8$ である。

## 【0019】

本発明の方法の第1の段階は、PFCガスと一酸化炭素（CO）ガスとの組合わせである。好ましくは、第1の段階は、このような2つのガスと、アルゴンのような不活性キャリアガスと、酸素（ $O_2$ ）もしくは窒素（ $N_2$ ）との組合わせである。

本発明の方法の第2の段階は、一酸化炭素が存在しないで、第1の段階と同様の反応混合ガスを使用する。

## 【0020】

前記第1並びに第2の段階は、同じPFCガスもしくは別のPFCガスを使用することができる。これら第1並びに第2の段階は、反応ガス雰囲気交換できるように工程間でDRMRE装置をオフして、分離した別々の工程で行うこともできるし、あるいは、プロセスの第1と第2の段階の間に移行段階を設けたようになるように、DRMRE装置は動作させたままで雰囲気交換し平衡状態にする移行期で繋げることもできる。

## 【0021】

本方法を実施するときに、如何なるサイズのターゲットも使用され得るが、8インチウエハが好ましい。好ましい8インチウエハの場合の実施の形態において、プラズマの発生のための好ましいRF電力は、30mTorr以下の圧力で1700ワット以上である。本発明の状態では、第1の段階（PFC並びにCO）でのTEOSもしくはBPTEOSのエッチングレートは、3800ないし4000Å/分の従来のエッチングレートに比較して、6000Å/分のオーダーである。

#### 【0022】

島状のコンタクトを形成するために本発明の方法が使用されると、この方法は、ほぼ垂直の壁を形成する。TEOS（テトラエトキシシランがプラズマCVDにより蒸着された酸化物層）に対しては、本方法は、従来のエッチングでの84ないし85°に比較して、87.5ないし88°の壁角度を与える（90°が完全な垂直壁である）。使用される層材料に関係なく、本方法は、壁角度でのかなりの改良を果たす。例えば、本方法を使用するBPTEOS（6重量%のボロンと4重量%のりんとがドーブされ、850ないし950°CでアニールされたTEOS）は、従来の方法での87.5°に比較して、88.5°までの壁角度を与える。（エッチングの技術においては、90°に近づくのに従って、向上の各1°Cは、非常に大きい相違である）。同様の結果が、Applied Material and Technology Californiaから商業的に入手可能な同様の製品であるAMAT Gigafillでも得られる。

#### 【0023】

本発明のエッチングガスにおいて、不活性キャリアガスとしては、プラズマエッチングに適した如何なる不活性ガス、好ましくは、Ar, He, もしくはXe、最も好ましくは、Arが良い。混合ガスは、O<sub>2</sub>もしくはN<sub>2</sub>を含み得る。N<sub>2</sub>が使用されるときには、N<sub>2</sub>の供給速度は、一般的に使用されているO<sub>2</sub>の供給速度より10倍速いことが好ましい。

#### 【0024】

各段階における好ましいガス供給速度（標準立方センチメートル毎分、SCCM）は以下の通りである。

段階	PFC	CO	不活性ガス	O <sub>2</sub>	(N <sub>2</sub> )
1	20-27	50-100	150-300	7-12	(70-120)
2	10-20	0	450-550	5-10	(50-100)

最も好ましいガス供給速度は、以下の通りである。

段階	PFC	CO	不活性ガス	O <sub>2</sub>
1	25	50	250	10
2	20	0	500	10

PFC/O<sub>2</sub>の流量比は、絶対流量比よりもこの方法においては重要である。

好ましいPFC/O<sub>2</sub>の流量は、特に、PFCがC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>の場合には、2:1ないし3:1である。

#### 【0025】

また、本発明の方法で重要なことは、ウエハのボトム (bottom) での温度である。好ましいボトム温度は、50ないし60℃である。

#### 【0026】

本発明の方法は、好ましくは、図1に示された、ダイポールリングを使用したマグネトロン反応イオンエッチング (DRMRIE) システムを使用して実施される。一実施の形態では、各々が60ないし280ガウスの磁力を有する32個のダイポールマグネット片10が設けられている。これら32個のダイポールマグネットは、約20rpmで、アルミニウムの本体のプロセスチャンバ20の周りを回転して、120ガウスの平均磁界を発生する。この磁界は、E×Bドリフトによりプラズマ密度を高める。前記プロセスチャンバ20は、ターボ分子モータ (図示せず) により、所望の処理圧力を生じさせるように、排気される。13.56MHzのRF電力が印加される下側電極30には、ウエハ50を支持するための静電チャックが設けられている。このウエハの後側は、ウエハの裏面温度を50ないし60℃に制御するように、H<sub>2</sub>ガスにより冷却される。反応処理ガスは、上側電極40のガス分配器によりエッチングチャンバに導入される。

#### 【0027】

図2は、本発明の方法によりエッチングされるウエハ50の一例を概略的に示す。このテストウエハ50は、好ましくは800nmのホトレジスト51/10

ないし100nmのTEOS52/250nmのBPTEOS53/ポリゲート(図7に示すように多結晶シリコン59とタングステンシリサイド58とで形成されている)/0.20ないし0.27 $\mu$ mのホールサイズを有するシリコン基板54の積層構造である。ゲート部分は、窒化物のキャップ55を有し、この両側には、窒化物のスペーサ56が位置し、その構造は、窒化物のライナー57で囲まれている。

#### 【0028】

前記窒化物のキャップは、如何なる窒化物でも良く、好ましくは、窒化物もしくは窒化物/SiONである。この窒化物のキャップの厚さは、好ましくは、200ないし250nmであり、SiONに対しては230nmが好ましい。前記窒化物のスペーサは、好ましくは、60nmの厚さであり、また、窒化物のライナーは、好ましくは30nmの厚さである。

#### 【0029】

図3には、SACと島状のコンタクトとが、本発明の方法の初期のディスカム(descum)エッチングと第1のエッチング段階と(所謂“ブレイクスルー(break through)”エッチング)の後の状態で示されている。この図で、BPTEOS材料53は、窒化物のライナー57を貫通して窒化物のキャップ55のコーナと窒化物のスペーサ56に達するまで除去されている。このエッチング工程は、窒化物のキャップのコーナの下方の100ないし1000Åのレベルまでエッチングするようになされる。

#### 【0030】

図4では、プロセスは第2のエッチング段階の後に進んでおり、前記窒化物のキャップ55のコーナ部でのターゲットのロスが約220Åとなり、コーナの良好な湾曲が現れ始めている。前記窒化物のライナー57は、SACおよび孤立したコンタクトの両者においてエッチングウエルのボトムにまだ存在している。

#### 【0031】

図5では、最終の窒化物除去段階が実行され、残っている過剰の窒化物ライナー57がエッチング場所から除去されているが、この窒化物除去はまたベース支持体(シリコンウエハ54)を約200Åのレベルまで部分的に除去する。

## 【0032】

図6の(A)並びに(B)は、実際にエッチングされた製造物の電子顕微鏡写真を示しており、コーナの円滑な湾曲とエッチングされた壁の高い垂直性を鮮明に示している。

## 【0033】

本方法の好ましい実施の形態は、初期のスカムエッチングで始まり、10秒もしくはこれ以下の間にPCF並びに $O_2$ （もしくは $N_2$ ）を使用する。そして、これに続いて、最終の窒化物のエッチングをともなった、上述の2つの段階のエッチングを行う。本発明の第1の段階のエッチングは、窒化物のキャップのコーナの下100ないし1000Åのレベルにまでエッチングするのに十分な時間でなされる（図3参照）。少なくとも300Åの距離が、タングステンシリサイドのコーナとエッチング前面との間で維持されるように、両方の段階でのエッチング処理を果たさせることが好ましい。前記タングステンシリサイドのコーナとエッチング点との間の距離は、少なくとも600Åであることがより好ましく、800ないし900Åであることが最も好ましい。最終製造物において、前記両方のエッチング段階と最終のボトム窒化物の除去の後、ポリゲートのコーナの窒化物は、上述した厚さから250ないし350Åの窒化物が除去されるであろう。

## 【0034】

第2の段階のエッチングは、ポリゲート電極に対して十分な距離を維持するように、窒化物のコーナに、湾曲された形態を与えるためになされる。最終の窒化物のエッチングは、処理を完了し、残っている窒化物の保護層をクリーンにするようになされる。

## 【0035】

本発明の2つの段階の処理は、浅いSACから深いSACまでを含むが、これらに限定されない如何なるタイプのSACのエッチングに対しても使用され得る。さらに、上記のとおり、本方法は、より垂直に近い壁を得るための、島状のコンタクトのエッチングのために使用され得る。本発明の1つのユニークな態様は、SACのエッチングのためのプロセスウインドウと、島状のコンタクトのエッ

チングのための壁の垂直性との両方の顕著な結果を得ることができるけれども、SACのエッチングと島状のコンタクトのエッチングとの両方を、同じ状態のもとで同時に果たすことが可能なことである。

#### 【0036】

高RF電力と低プロセス圧力とにより発生され、高イオンエネルギーを有するCO組合せプラズマのみを使用する単一の段階のPFC処理の使用により、垂直のエッチングプロファイルが与えられ、また、疎・密領域間のマイクロ装填の問題を解決するが、コーナの周囲のエッチングプロファイルは、非常にシャープになる。このことは、マスクのアラインメント（もしくはミスアラインメント）によっては、絶縁するのには充分ではないポリゲート電極の間の距離となる。ポリゲート電極のコーナ間の十分な距離と、コーナの湾曲した形状を得るために、本発明は、第2の段階でCOを含まないプラズマを使用している。

#### 【0037】

本発明で2つの段階処理を使用することにより、非常に疎な領域内への端部パターンでの如何なるエッチングプロファイルマイクロ装填と同様に、SiNのコーナへの通常見られる炭素リッチ堆積が、第2の工程でのCOのないプラズマの場合でも生じない。

#### 【0038】

### 実施例

#### 実施例 1

本発明の代表的な実施例として、エッチングレシピの1つが、垂直な島状のコンタクトのエッチングを同時に果たす高エッチングレートのSACのエッチング処理のために以下に開示される。

エッチングレシピ (1) :

ディスクムエッチング : 40mT 1400W

$CF_4 / Ar / O_2 = 80 / 160 / 20 \text{ sccm}$ , 7秒

ILDエッチング1 : 30mT 1700W

$C_4F_8 / CO / Ar / O_2 = 25 / 50 / 250 / 10 \text{ sccm}$ ,

60/60°C (この実施例並びに以下の実施例で、これは、トップ電極及



び壁の温度と、カソードの温度とを表す)

バック He C/E=7/30T, 45秒

ILDエッチング2: 60mT 1700W

$C_4F_8/CO/Ar/O_2=20/00/500/10\text{ sccm}$ ,  
60/60°C

バック He C/E=7/30T, 75秒

窒化物のエッチング: 50mT 800W

$CHF_3/Ar/O_2=10/100/20\text{ sccm}$ ,  
処理ギャップ=37mm,

バック He C/E=7/40T, 9秒

前記ILD-エッチング1(第1の段階のエッチング)のエッチングレートは、従来のSACのエッチングよりも約1.5倍早かった。

#### 【0039】

さらに、前記ILD-エッチング2(第2の段階のエッチング)と組み合わせると、コーナのエッチングプロファイルは、円滑で湾曲した形状であった。ポリゲート電極のコーナ間の、エッチングレシピ(1)による最小距離は、ボトムの窒化物を除去したのちで、従来のSACのエッチングレシピよりも約1.5倍長かった。

#### 【0040】

前記エッチングレシピ(1)に示されたILD-1エッチング状態に加えて、10KA TEOSでのエッチング能力が調べられた。

#### 【0041】

$C_4F_8$ と $O_2$ との流量を、同じガス比を維持しながら、多くすることによって、エッチングレートを1.3倍高くすることができて、 $0.27\mu\text{m}$ のホールサイズで、 $88^\circ$ よりも大きい垂直な島状のコンタクトのエッチングと共に、早いエッチングレートSACのエッチングが、如何なるエッチング停止、マイクロ装填、もしくは他の問題が生じることがなく、達成できた。

#### 【0042】

さらに、従来のSACのエッチングと比較して、エッチングレシピ(1)で開

示したC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>を使用する2つの段階の工程のエッチングの提案は、MTBWCを約2倍もしくはそれ以上に長くすることが期待されている。このため、このことは、SACのエッチング処理ウインドウを増すばかりではなく、ウエハ処理工程数を削減し、ウエハ処理を単純化し、かつ、ULSI製造におけるコストの減額と歩留りの向上とに寄与する。

#### 【0043】

以下の表2ないし表4は、ILD-1、ILD-2のための処理動作範囲と、全体の処理の温度動作範囲とを示す。

#### 【0044】

表2 レシピ(1)の第1の段階の処理動作範囲

【表2】

	圧力 (mT)	RF電力 (W)	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> (sccm)	CO (sccm)	Ar (sccm)	O <sub>2</sub> (sccm)	Gap (mm)
好ましい	30	1700	24	50	200	10	27
低い	25	1700	20	50	150	7	27
高い	30	2000	27	100	300	12	47

#### 【0045】

表3 レシピ(1)の第2の段階の処理動作範囲

【表3】

	圧力 (mT)	RF電力 (W)	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub> (sccm)	CO (sccm)	Ar (sccm)	O <sub>2</sub> (sccm)	Gap (mm)
好ましい	60	1700	10	0	500	5	27
低い	50	1700	10	0	450	5	27
高い	60	2000	20	0	600	10	47

#### 【0046】

表4 レシピ(1)の処理温度動作範囲

【表4】

	トップ並びに 壁温度 (degC)	ボトム 温度 (de gC)	C-バック サイドのHe (Torr)	E-バック サイドのHe (Torr)
好ましい	60	60	7	40
低い	50	50	5	30
高い	70	80	10	50

## 【0047】

## 実施例 2

垂直な島状のコンタクトのエッチングを同時に果たす高選択性SACエッチング技術

エッチングレシピ (2) :

ディスクムエッチング : 40mT 1400W

$CF_4/Ar/O_2 = 80/160/20$  sccm, 7秒

ILDエッチング1 : 50mT 1700W

$C_5F_8/CO/Ar/O_2 = 10/150/480/6$  sccm,  
60/60°C

バック He C/E=7/40T, 122秒

ILDエッチング2 : 50mT 1500W

$C_5F_8/CO/Ar/O_2 = 6/00/500/6$  sccm,  
60/60°C

バック He C/E=7/40T, 70秒

窒化物のエッチング : 50mT 800W

$CHF_3/Ar/O_2 = 10/100/20$  sccm, 60/60°C

バック He C/E=7/40T, 9秒

処理ギャップ=37mm

前記エッチングレシピ (2) は、 $C_5F_8$ の化学作用を有し、これは、比較的高いC/F原子比のために、 $C_4F_8$ よりもSiNに対して高い選択性を有し、より炭素リッチの重合を生じさせ得る。しかし、上述したエッチングレシピ (2)

)は、 $0.27\mu\text{m}$ のホールサイズで、 $87^\circ$ よりも大きい垂直なコンタクトプロファイルをウエハ全体に渡って達成した。

#### 【0048】

$\text{C}_5\text{F}_8$ 化学作用を使用した従来の高い選択性のSACのエッチングは、 $0.27\mu\text{m}$ のホールサイズで、約 $82$ ないし $84^\circ$ の僅かに傾斜したプロファイルを与える。かくして、コンタクトの抵抗は、本発明では非常に改良され、上述した本発明の試みで非常に改良された装置を提供する。

#### 【0049】

SAC部分のプロファイルにおいて、ポリゲート電極のコーナ間の、エッチングレシピ(2)での最短距離は、ボトムの窒化物を除去したのちで、従来のSACのエッチングレシピよりも約2倍の余裕を確保した。さらに、この実施例2のレシピで、得られた窒化物のコーナは、ウエハ全体に渡って $620\text{\AA}$ よりも大きかった。

#### 【0050】

エンタルピーのデルターH ( $\Delta H$ )に基づく $\text{C}_5\text{F}_8$ の解離状態の研究の結果によれば、 $\text{C}_5\text{F}_8$ は、主としてCF並びに $\text{GF}_2$ ラジカルに解離して、プラズマ内に多くの炭素リッチ要素を生じさせる(3)ことが、既に知られている。さらに、弗化炭化水素のラジカルは、COと反応してバルクプラズマから弗素を減じることが広く知られている(4)。

#### 【0051】

エッチングレシピ(2)で示した $\text{C}_5\text{F}_8$ の化学作用は、高い選択性のSACのエッチングに対して最適の重合を与え、また、バルクプラズマ内でのCOとの反応は、CFや $\text{CF}_2$ のような多くの炭素リッチラジカルを与え、同時に垂直な島状のコンタクトエッチングを果たす高い選択性のSACのエッチングを提供した。

#### 【0052】

前記エッチングレシピ(2)に示した $\text{C}_5\text{F}_8$ の化学作用により、最適な重合とCOとの反応の影響とにより、如何なるエッチング停止もなく、 $0.05\mu\text{m}$ の最小ボトムデimensionを有する、ゲート電極間の細いスリットを形成する

。本発明の方法は、処理マージンを増したばかりではなく、将来のSAC計画に  
対しての処理能力を高めた。

### 【0053】

さらに、従来のSACのエッチングと比較して、エッチングレシピ(2)に示  
された $C_5F_8$ の化学作用を用いた本発明の2つの段階のエッチングの試みは、  
約2倍もしくはそれ以上にMTBCを延ばすであろう。

### 【0054】

#### 実施例 3

垂直な島状のコンタクトのエッチングを同時に果たす高選択性並びに高エッチン  
グレートSACのエッチング技術

エッチングレシピ(3) :

ディスクムエッチング : 40mT 1400W

$CF_4/Ar/O_2=80/160/20$  sccm, 7秒

ILDエッチング1 : 30mT 1700W

$C_4F_8/CO/Ar/O_2=25/50/250/10$  sccm,  
60/60°C

バック He C/E=7/30T, 45秒

ILDエッチング2 : 50mT 1500W

$C_5F_8/CO/Ar/O_2=10/00/500/10$  sccm,  
60/60°C

バック He C/E=7/30T, 90秒

窒化物のエッチング : 50mT 800W

$CHF_3/Ar/O_2=10/100/20$  sccm,

処理ギャップ=37mm

バック He C/E=7/40T, 9秒

この例は、実施例1の $C_4F_8$ の化学作用の長所と実施例2の $C_5F_8$ の化学  
作用の長所とを組合せ、同時に垂直な島状のコンタクトのエッチングを果たす高  
い選択性と高いエッチングレートとのSACのエッチングを提供した。

### 【0055】

このようなエッチングレシピ(3)は、現在のULSI製造のための全体的な解決のための究極のSACのエッチング技術の一例であろう。

#### 【0056】

さらなるエッチングレシピが以下に与えられる。これらレシピは、従来のSAC処理よりも約2倍長い、ポリゲートのコーナからの約700を維持できるであろう。

#### 【0057】

エッチングレシピ(4)

ディスクエッチング: 40mT 1400W

$CF_4/Ar/O_2=80/160/20\text{ sccm}$ , 7秒

第1の段階: 30mT 1700W

$C_4F_8/CO/Ar/O_2=20/50/250/10\text{ sccm}$ ,

バック He C/E=10/40T, 45秒

第2の段階: 45mT 1800W

$C_5F_8/CO/Ar/O_2=10/00/500/10\text{ sccm}$ ,

バック He C/E=10/40T, 85秒

窒化物のエッチング: 50mT 800W

$CHF_3/Ar/O_2=10/100/20\text{ sccm}$ ,

処理ギャップ=37mm

バック He C/E=7/40T, 12秒

エッチングレシピ(5)

ディスクエッチング: 40mT 1400W

$CF_4/Ar/O_2=80/160/20\text{ sccm}$ , 7秒

第1の段階: 30mT 1700W

$C_4F_8/CO/Ar/O_2=20/50/250/10\text{ sccm}$ ,

バック He C/E=10/40T, 45秒

第2の段階: 45mT 1800W

$C_5F_8/CO/Ar/O_2/CF_4=15/00/500/15/$   
10 sccm,

バック He C/E=10/40T, 75秒

窒化物のエッチング : 50mT 800W

CHF<sub>3</sub>/Ar/O<sub>2</sub>=10/100/20sccm,

処理ギャップ=37mm

バック He C/E=7/40T, 12秒

表5 レシピ(3), (4), (5)の第2の段階の処理動作範囲

【表5】

	圧力 (mT)	RF電力 (W)	C <sub>5</sub> F <sub>8</sub> (sccm)	CO (sccm)	Ar (sccm)	O <sub>2</sub> (sccm)	CF <sub>4</sub> (sccm)	Gap (mm)
好ましい	45	1800	15	0	500	15	10	27
低い	40	1500	6	0	400	5	0	27
高い	50	2000	20	0	600	20	10	47

【0058】

表6 レシピ(3), (4), (5)の第2の段階の処理温度範囲

【表6】

	トップ並びに壁温度 (degC)	ボトム温度 (degC)	C-バックサイト'のHe (Torr)	E-バックサイト'のHe (Torr)
好ましい	60	60	7	40
低い	50	50	5	30
高い	70	80	10	50

【0059】

前記レシピ(3)の第2段階と同じ比を維持しながら、C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>とO<sub>2</sub>のガス流量を単に多くすることにより、酸化物のエッチングレートと窒化物の選択性との両方が高くなるという事実にも係わらず、特にC<sub>5</sub>F<sub>8</sub>+O<sub>2</sub>/Arのガス比が5%よりも大きいときに、エッチング停止現象は、狭いスリットで生じた。高いガス流量範囲もしくは高いガス比でのエッチング停止の発生を減じさせるために、CF<sub>3</sub><sup>+</sup>イオンを容易に発生することのできる、CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, 並びにC<sub>3</sub>F<sub>8</sub>のようなさらに1種のガス(少なくとも)を混合させることで充分であ

った。かくして、レシピ(5)のようなレシピを使用するSACのエッチングが、エッチングの停止なく、うまく行なうことができる。レシピ5の第2の段階のエッチングレートは、TEOSウエハで約6000Å/分であり、これは、従来のSACのエッチングレシピと場合よりも約2倍速かった。

#### 【0060】

C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>を使用するエッチングレシピは、C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>と比べてより炭素リッチな化学作用であり、C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>の代わりにC<sub>4</sub>F<sub>6</sub>を用いて上述したのと同じである。

#### 【0061】

ウエハは、以下の特性を有するものが得られた(厚さはA(オングストロム)の単位で与えられる)。

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>処理:

ウエハ11-45mT/1800W/10 C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>/500 Ar/10

O<sub>2</sub>/60degC Btm/85秒

結果: センター 780-860 (2sac), 730-840 (3sac)

エッジ 700-840 (2sac), 700-840 (3sac)

ウエハ5-45mT/1800W/11 C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>/500 Ar/9

O<sub>2</sub>/60degC Btm/85秒

結果: センター 810-930 (2sac), 760-930 (3sac)

エッジ 970-1190 (2sac), 910-1050 (3sac)

ウエハ6-45mT/1800W/9 C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>/500 Ar/11

O<sub>2</sub>/60degC Btm/85秒

結果: センター 650-690 (2sac), 690-740 (3sac)

エッジ 700-750 (2sac), 690-750 (3sac)



)

ウエハ9-45mT/1800W/15 C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>/500 Ar/15O<sub>2</sub>/10 CF<sub>4</sub>/60degC Btm/75秒

結果: センター 710-780 (2sac), 700-780 (3sac)

エッジ 900-1130 (2sac), 820-910 (3sac)

ウエハ8-45mT/1800W/12 C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>/500 Ar/8O<sub>2</sub>/60degC Btm/85秒

結果: エッチング停止

C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>処理ウエハ12-45mT/1800W/10 C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>/500 Ar/10O<sub>2</sub>/60degC Btm/85秒

結果: センター 740-780 (2sac), 720-820 (3sac)

エッジ 760-920 (2sac), 730-910 (3sac)

)

ウエハ1-45mT/1800W/11 C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>/500 Ar/9O<sub>2</sub>/60degC Btm/85秒

結果: センター 740-850 (2sac), 730-900 (3sac)

エッジ 820-950 (2sac), 720-1080 (3sac)

c)

ウエハ2-45mT/1800W/9 C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>/500 Ar/11O<sub>2</sub>/60degC Btm/85秒

結果: センター 700-800 (2sac), 700-850 (3sac)

エッジ 700-770 (2sac), 700-780 (3sac)

)

ウエハ3-45mT/1800W/11 C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>/500 Ar/11

O<sub>2</sub>/60degC Btm/85秒

結果：センター 890-900 (2sac), 760-860 (3sac)

エッジ 970-1000 (2sac), 740-1010 (3sac)

ウエハ4-45mT/1800W/15 C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>/500 Ar/15

O<sub>2</sub>/10 CF<sub>4</sub>/60degC Btm/75秒

結果：センター 740-860 (2sac), 770-840 (3sac)

エッジ 910-1020 (2sac), 740-1010 (3sac)

ウエハ7-45mT/1800W/12 C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>/500 Ar/8

O<sub>2</sub>/60degC Btm/85秒

結果：エッチング停止。

#### 【0062】

本発明に従って得られたデータは、以下の結論を与える：

C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>の化学作用に対して：

1. C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>/O<sub>2</sub>のガス比は、0.818と1.222との間であることが最も好ましい。

#### 【0063】

1. C<sub>5</sub>F<sub>8</sub>+O<sub>2</sub>/Arのガス比は、0.02と0.05との間であることが好ましく、0.03と0.04との間であることがさらに好ましい。

#### 【0064】

C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>の化学作用に対して：

1. C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>のガス比は、0.818と1.222との間であることが最も好ましい。

#### 【0065】

1. C<sub>4</sub>F<sub>6</sub>+O<sub>2</sub>/Arのガス比は、0.02と0.05との間であることが

好ましく、0.03と0.04との間であることがさらに好ましい。

【0066】

1.  $C_5F_8$ の化学作用に対しては上述のように、 $C_4F_6 + O_2 / Ar$ のガス比が0.05より大きい場合には、 $CF_4$ 、 $C_2F_6$ 、 $C_3F_8$ 、もしくは $C_4F_{10}$  ( $C_nF_{2n+2}$ ) のような付加ガスが必要とされる。

【0067】

$C_4F_6$ を使用するレシピと $C_5F_8$ を使用するレシピとの間には大きな相違は見られないので、どちらのレシピも、現在のULSIの製造のための総合的な解決を与えるSACのエッチング技術の例である。また、これらエッチングのレシピは、ビアコンタクト (Via contact) プロセスもしくはデュアルダマシン (Dual Damascene) 処理のような他の処理にも適用可能である。

【0068】

装置の集積度が高まり、また装置の形状のサイズが減じられるのに従って、SACの形成のために、ゲート電極間の小さいスリットの中に絶縁材を充填することがより困難となっている。また、配線の容量により生じる配線の遅延が、急激に増加し、LSIの回路動作を悪化させることが知られている。

【0069】

次世代のSAC計画のためのこれら効果を得るために、主成分として $SiOH$ もしくは $SiOF$ を有するSOG膜を適用することが期待されている。

【0070】

新しいSACの計画のために、上記エッチングレシピのILD-1工程で開示したPFCとCOとの組み合わせエッチング、もしくは上記エッチングレシピのILD-2工程で開示したCOが組み合わされていないプラズマは、従来の酸化物と同様にSOG膜をエッチングすることができる。

【0071】

さらに、 $O_2$ を $N_2$ に代えることにより、これら2つの工程のエッチングの試みは、従来の酸化物の計画、および $SiOH$ もしくは $SiOF$ を主要素とした新規な成分に対してSAC並びにコンタクトのエッチングの同じタイミングのエッ

チング技術が実現化できる。

かくして、本発明の方法は、SOG膜のエッチングレートが、PSG、NSG、TEOS並びに熱成長 $\text{SiO}_2$ のような一般の酸化膜のエッチングレートとほとんど同じなので、有用であり、ULSI製造でのSACのエッチングの生産技術を推進させる。

#### 【0072】

そして、CMP処理工程でプロセス上の問題が度々生じる。かくして、ウエハ50の膜堆積は、正確に同じであるとは限られない。図2の場合、ホトレジストの下側のTEOS50は、ウエハ毎にいくらかの膜変動を生じるかもしれない。このために、ウエハ毎の膜変動が使用材料で多く生じる場合には、SACのエッチングは、エッチング処理における問題を減少するように、エンドポイント検出システムにより制御するようにすることができる。

#### 【0073】

第1の段階のエッチングのためには、 $\text{C-F}_2$ ラジカルのスペクトル(260 nm)と $\text{C-N}$ ラジカルのスペクトル(387 nm)とが、 $\text{CO}$ を含むプラズマの場合には、窒化物のキャップ55上の窒化物のライナーのための第1のエンドポイントを検出するのに非常に有用である。そして、第2の段階のエッチングのためには、 $\text{C-F}_2$ ラジカル(260 nm)と $\text{C-O}$ ラジカル(219 nm)とが、ボトムの窒化物のライナー57のための第2のエンドポイントを検出するのに非常に有用である。さらに、酸化膜をエッチングしているときに、 $\text{C-O}$ が、副生成物として発生される。このために、本発明での第2の段階のエッチングレシピのような $\text{CO}$ を含まないプラズマは、エンドポイントをより容易に検出するための他の利点を有するであろう。

#### 【0074】

他の光学発光スペクトルは、以下の通りである：

$\text{CF}$  240 nm, 256 nm

$\text{CF}_2$  252 nm, 255 nm, 263 nm, 271 nm, 275 nm

$\text{CO}$  239 nm, 249 nm, 283 nm, 313 nm, 331 nm,

349 nm, 370 nm, 451 nm, 484 nm, 520 nm,

561nm

CN 359nm, 418nm, 422nm, 647nm, 693nm,  
709nm, 785nm

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本発明の方法の実施に使用するのに適したDRMREの概略を示す。

【図2】

図2は、本発明の方法によりエッチングされるウエハの一例を概略的に示す図である。

【図3】

図3は、ディスクエッチングと本発明の第1のエッチング段階との後のSACと島状のコンタクトとを概略的に示す図である。

【図4】

図4は、本発明の第2のエッチング段階の後のSACと島状のコンタクトとを概略的に示す図である。

【図5】

図5は、本発明の一実施の形態の最後の窒化物の除去の後のSACと島状のコンタクトとを概略的に示す図である。

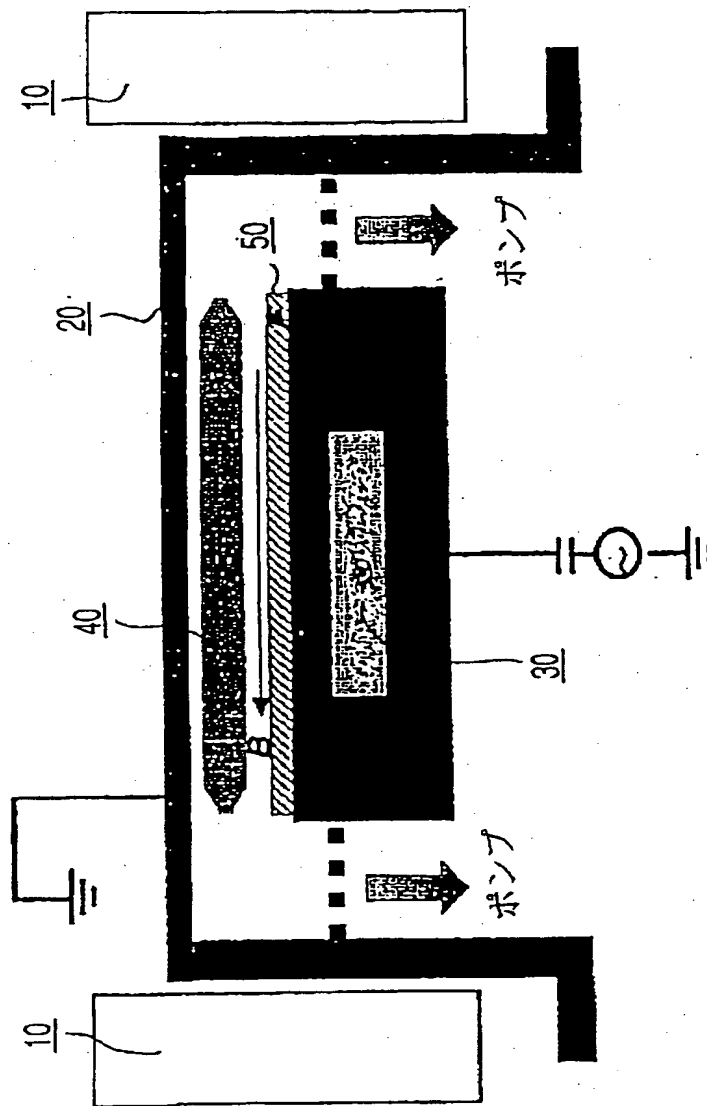
【図6】

図6の(A)並びに(B)は、コーナの円滑な湾曲とエッチングされた壁の高い垂直性とを明かに示す実際のエッチングされた生産物の電子写真を示す図である。

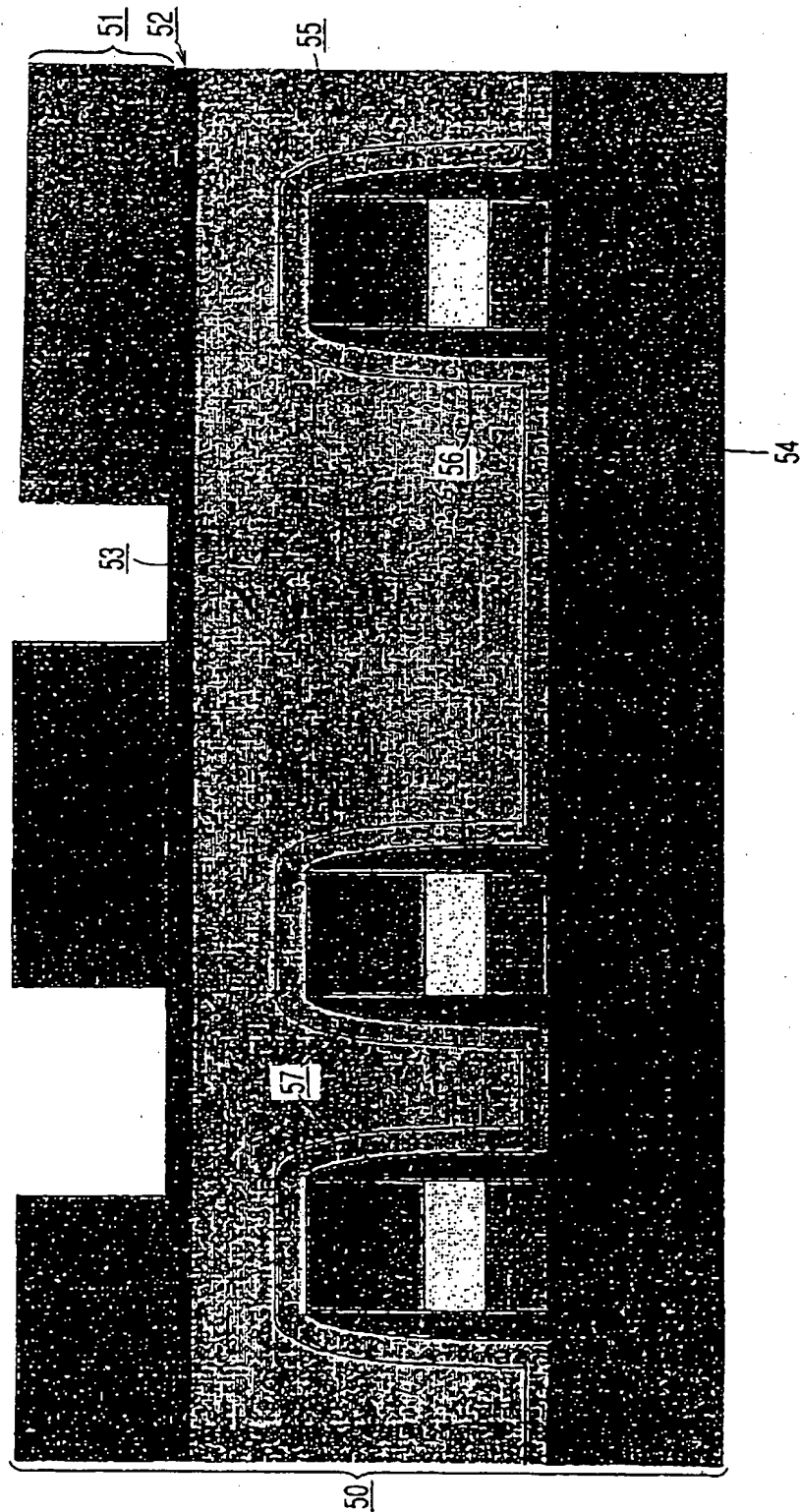
【図7】

図7は、トランジスタのゲートの拡大図である。

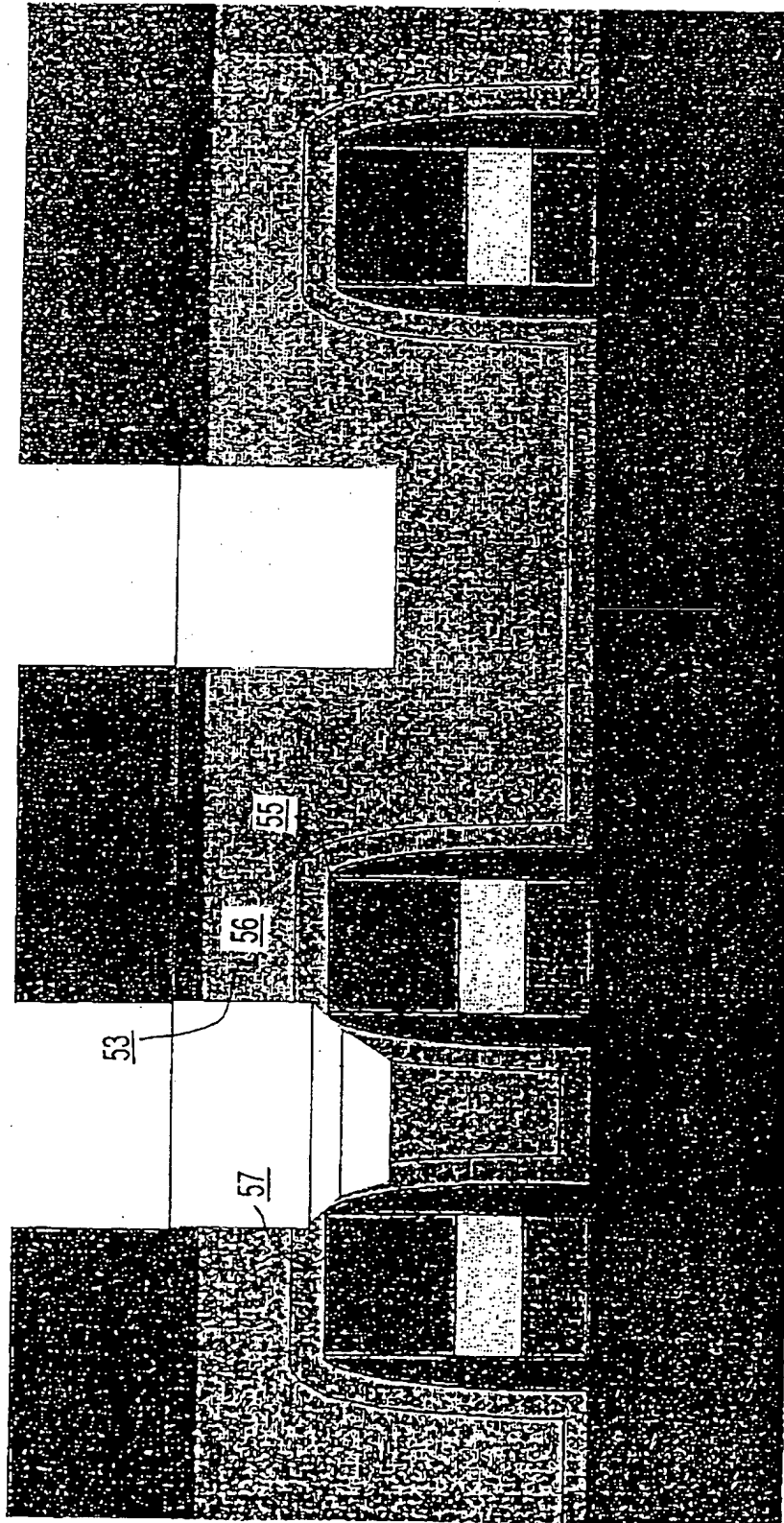
【図1】



【図 2】

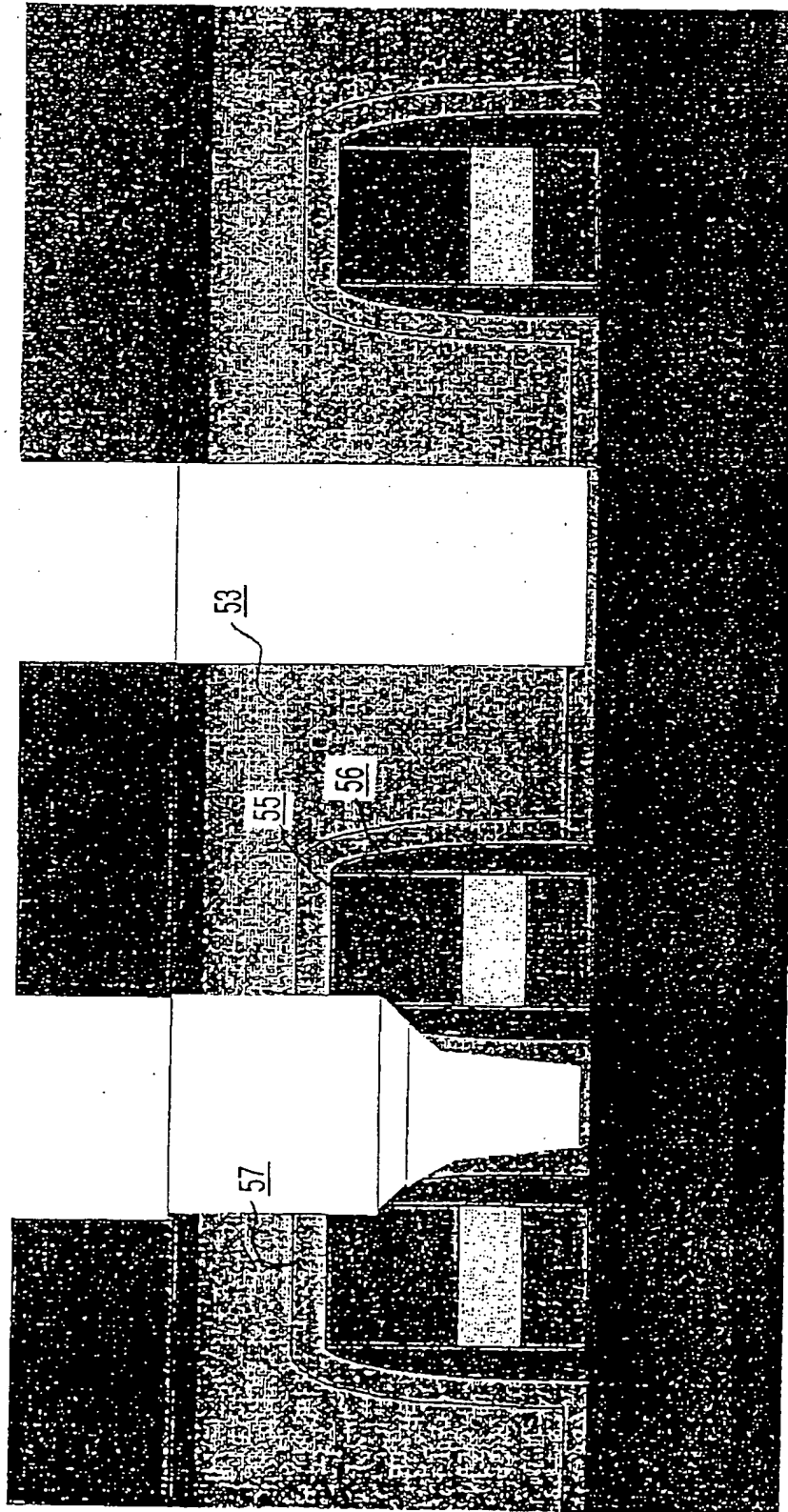


【図3】

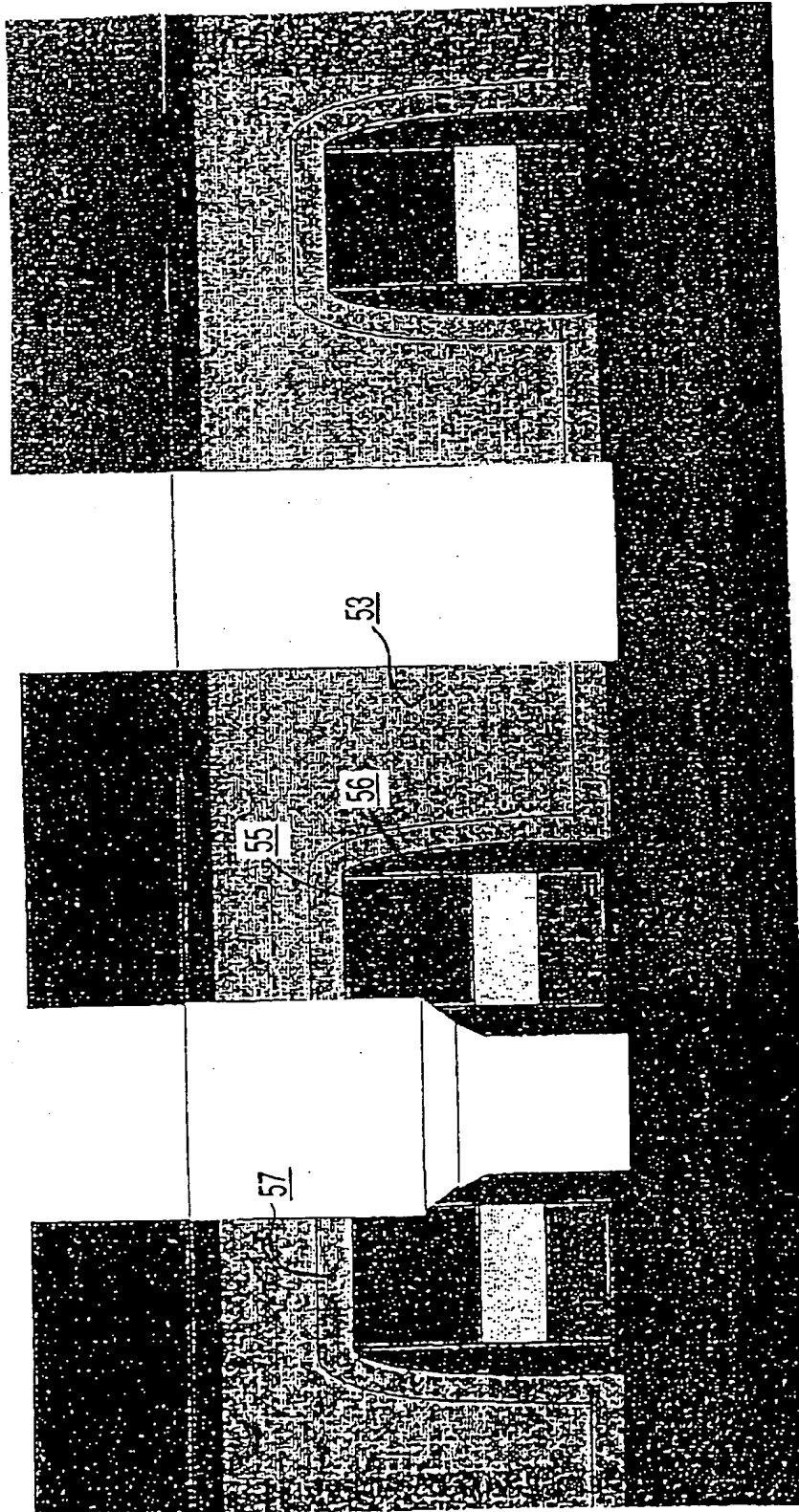




【図4】



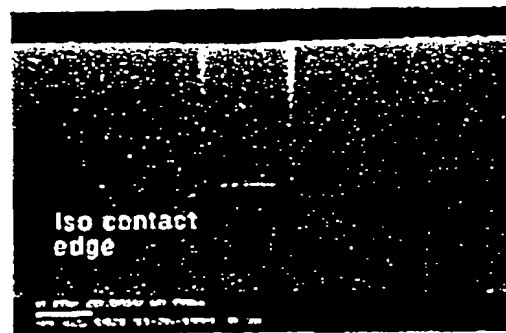
【図5】



【図6】

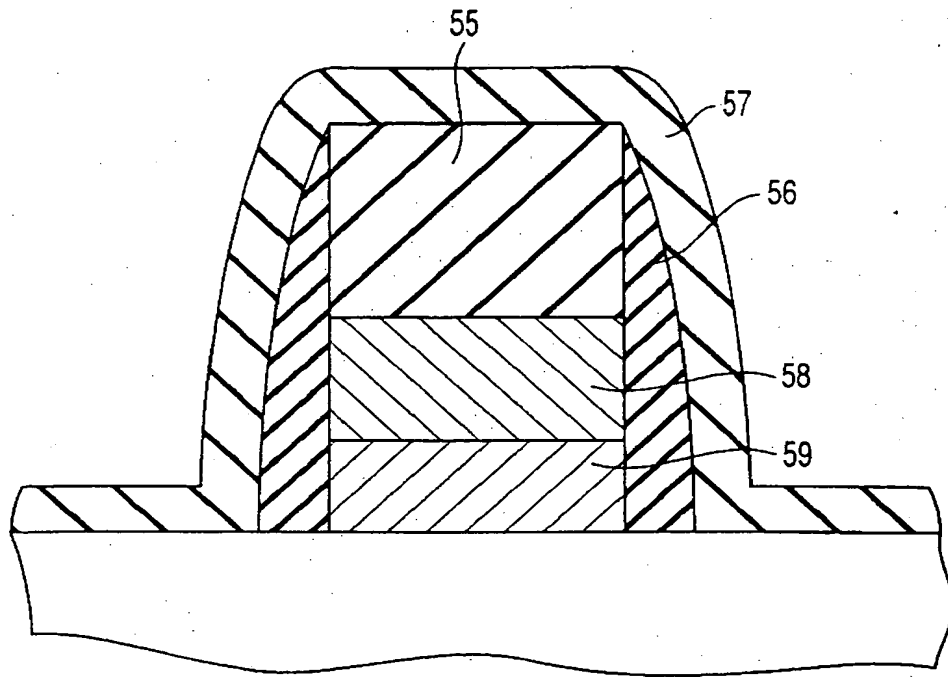


(A)



(B)

【图 7】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International Application No. PCT/JP 01/03897
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 H01L21/311  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01L  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	US 6 159 862 A (INAZAWA KOUICHIRO ET AL) 12 December 2000 (2000-12-12) column 11, line 30 - line 40	1,2, 7-12,18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 05, 14 September 2000 (2000-09-14) - & JP 2000 036491 A (FUJITSU LTD), 2 February 2000 (2000-02-02) abstract paragraph '0036! - paragraph '0041!; figure 7  -/-	1,8-12, 15,18,21
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  22 November 2001		Date of mailing of the international search report  29/11/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Szarowski, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No  
PCT/JP 01/03897

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 99 34419 A (INAZAWA KOUICHIRO ; ITO YUBUN (JP); YAMADA MASAHIRO (JP); TOKYO EL) 8 July 1999 (1999-07-08)	1,8-12, 15,18,21
A		2
P,Y	-& EP 1 041 613 A (TOKYO ELECTRON LTD) 4 October 2000 (2000-10-04) the whole document	1,8-12, 15,18,21
A	EP 0 726 596 A (TOKYO ELECTRON LTD) 14 August 1996 (1996-08-14) the whole document	1,2,9, 11,15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 12, 29 October 1999 (1999-10-29) -& JP 11 186229 A (TOSHIBA CORP), 9 July 1999 (1999-07-09) abstract	1,9,11, 15
A	DE 199 29 239 A (SIEMENS AG) 5 January 2000 (2000-01-05) column 4, line 42 - line 66	1,9,11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...formation on patent family members

Int: International Application No

PCT/JP 01/03897

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6159862	A	12-12-2000	EP 1041613 A1 WO 9934419 A1 JP 11243082 A TW 405149 B	04-10-2000 08-07-1999 07-09-1999 11-09-2000
JP 2000036491	A	02-02-2000	NONE	
WO 9934419	A	08-07-1999	JP 11243082 A EP 1041613 A1 WO 9934419 A1 TW 405149 B US 6159862 A	07-09-1999 04-10-2000 08-07-1999 11-09-2000 12-12-2000
EP 0726596	A	14-08-1996	JP 8213372 A EP 0726596 A2 KR 214442 B1 US 5595627 A	20-08-1996 14-08-1996 02-08-1999 21-01-1997
JP 11186229 1	A		NONE	
DE 19929239	A	05-01-2000	US 6121098 A DE 19929239 A1	19-09-2000 05-01-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**